



LABORATORIUM ERGONOMII I BEZPIECZEŃSTWA PRACY

ĆWICZENIE NR 3

Badanie oświetlenia w pomieszczeniach

Cel ćwiczenia:

Pomiar i ocena natężenia oświetlenia oraz wyznaczenie równomierności oświetlenia sali wykładowej lub korytarza w oparciu o wytyczne zawarte w normie PN-EN 12665:2011. Ocena ryzyka zawodowego związanego z oświetleniem w miejscu pracy..

Wyposażenie stanowiska:

Taśma miernicza oraz ultradźwiękowy przyrząd do pomiaru odległości, miernik natężenia oświetlenia.

Literatura:

1. PN-EN 12665:2011 „Światło i oświetlenie. Podstawowe terminy oraz kryteria określania wymagań dotyczących oświetlenia”.
2. PN-EN 12464-1:2012 „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach”.
3. Horst W., Horst N., Dahlke G., Górny A., Horst W., Ergonomia z elementami bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w pracy: zasady i wymagania związane z materialnym środowiskiem pracy, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.

Zagadnienia kontrolne:

Światłość, luminacja, strumień świetlny, natężenie oświetlenia, eksploatacyjne natężenie oświetlenia, pole zadania, pole bezpośredniego otoczenia, równomierność oświetlenia, olśnienie, kąt ochrony, metody ochrony przed olśnieniem, oświetlenie rozproszone i kierunkowe, aspekty barwy światła, migotanie i efekty stroboskopowe.

Przebieg ćwiczenia:

1. Zgodnie ze wskazaniem prowadzącego zajęcia wykonać i zwymiarować plan pomieszczenia czy strefy (wykorzystać taśmę mierniczną oraz ultradźwiękowy przyrząd do pomiaru odległości).
2. Nanieść na plan rozmieszczenie stanowisk i źródeł światła.
3. Wyliczyć wskaźnik pomieszczenia w według wzoru 1.
4. Na podstawie obliczonego wskaźnika, odczytać z tabeli 1 minimalną liczbę punktów pomiarowych oraz ustalić ich rozmieszczenie.
5. Nanieść na plan rozmieszczenie punktów pomiarowych wynikających z umiejscowienia każdego ze stanowisk oraz dodatkowych punktów w strefach komunikacyjnych.
6. Dokonać pomiaru natężenia oświetlenia we wskazanych punktach.
7. Wykonać obliczenia równomierności natężenia oświetlenia – wzór 2.
8. Ocenić natężenie i równomierność oświetlenia opierając się na wartościach zawartych w normie.
9. Wykonać mapę oświetlenia pomieszczenia (np. w Excel). Nanieść krzywe jednakowej wartości natężenia oświetlenia – izolukсы.
10. Dokonać oceny ryzyka zawodowego związanego z oświetleniem – tabela 2, 3 i 4.
11. Zapropionować zmiany w oświetleniu pomieszczenia jeżeli są konieczne.

TEORIA

Wyliczenia wskaźnika pomieszczenia w dokonujemy według następującego wzoru:

$$w = \frac{PQ}{H(P+Q)} \quad (1)$$

gdzie:

P, Q – długość i szerokość pomieszczenia

H – wysokość zawieszenia opraw nad powierzchnią roboczą.

Tabela 1. Najmniejsza liczba punktów pomiarowych natężenia oświetlenia w zależności od wskaźnika pomieszczenia w

Wskaźnik pomieszczenia w	Liczba punktów pomiarowych
$w < 1$	4
$1 \leq w < 2$	9
$2 \leq w < 3$	16
$w \geq 3$	25

Siatkę natężenia oświetlenia, należy sprecyzować **liczbą oczek pomiaru**, odpowiednią do wymiarów badanego obszaru. Oczka powinny być zbliżone do kwadratu, a stosunek długości do szerokości oczka siatki utrzymany między 0,5 a 2.

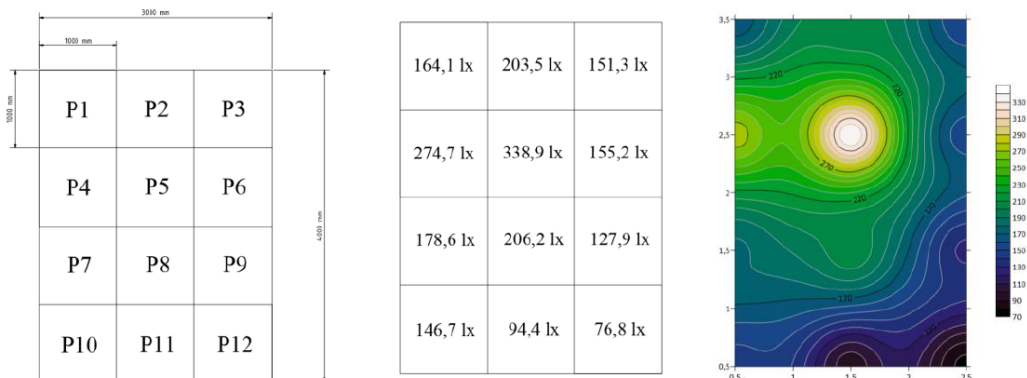
Maksymalny wymiar oczka siatki [m] podaje wzór:

$$p = 0,2 \cdot 5^{\log(d)} \quad (2)$$

gdzie:

p – maksymalny wymiar oczka siatki (m), $p \leq 10m$,

d – dłuższy wymiar obliczanego obszaru (m),



Rys.1. Przykładowe rozmieszczenie a) punktów pomiarowych b) punktów ze zmierzonymi wartościami natężenia oświetlenia c) przykładowa mapa izoluks

Po wykonaniu pomiarów natężenia oświetlenia w określonych punktach pomiarowych, oblicza się wartość średnią, a następnie wyznacza równomierność natężenia oświetlenia według wzoru:

$$\delta = \frac{E_{min}}{E_{sr}} \quad (2)$$

gdzie:

E_{min} – minimalne natężenie oświetlenia

E_{sr} – średnie natężenie oświetlenia

✓ Ocena ryzyka zawodowego związanego z natężeniem oświetlenia

Do określenia ryzyka zawodowego związanego z natężeniem oświetlenia w miejscu pracy można wykorzystać kryteria przedstawione w tabeli 2. W tym celu konieczne jest określenie wartości średniego natężenia oświetlenia w polu zadania i polu bezpośredniego otoczenia oraz zapoznanie się z wymaganiami normatywnymi dla danego pomieszczenia lub czynności. W przypadku gdy ryzyko wyznaczone w polu zadania i bezpośredniego otoczenia przyjmuje różne wartości, jako ostateczny wynik przyjmuje się ryzyko większe.

Tabela 2. Kryteria oceny ryzyka związanego z natężeniem oświetlenia

Poziom ryzyka	Natężenie oświetlenia [lx]		
	Wymagania normatywne E_{PN}	W polu zadania E_{PZ}	W polu bezpośredniego otoczenia E_{PBO}
Małe	$750 \leq E_{PN}$	$0,8 E_{PN} \leq E_{PZ}$	$400 \leq E_{PBO}$
	$E_{PN} = 500$	$400 \leq E_{PZ}$	$240 \leq E_{PBO}$
	$E_{PN} = 300$	$240 \leq E_{PZ}$	$160 \leq E_{PBO}$
	$E_{PN} \leq 200$	$0,8 E_{PN} \leq E_{PZ}$	$0,8 E_{PN} \leq E_{PBO}$
Średnie	$750 \leq E_{PN}$	$0,2 E_{PN} \leq E_{PZ} < 0,8 E_{PN}$	$100 \leq E_{PBO} < 400$
	$E_{PN} = 500$	$100 \leq E_{PZ} < 400$	$60 \leq E_{PBO} < 240$
	$E_{PN} = 300$	$60 \leq E_{PZ} < 240$	$40 \leq E_{PBO} < 160$
	$E_{PN} \leq 200$	$0,2 E_{PN} \leq E_{PZ} < 0,8 E_{PN}$	$0,2 E_{PN} \leq E_{PBO} < 0,8 E_{PN}$
Duże	$750 \leq E_{PN}$	$E_{PZ} < 0,2 E_{PN}$	$100 < E_{PBO}$
	$E_{PN} = 500$	$E_{PZ} < 100$	$E_{PBO} < 150$
	$E_{PN} = 300$	$E_{PZ} < 60$	$E_{PBO} < 40$
	$E_{PN} \leq 200$	$E_{PZ} < 0,2 E_{PN}$	$E_{PBO} < 0,2 E_{PN}$

E_{PN} – wymagania normatywne.
 E_{PZ} – natężenie oświetlenia w polu zadania, E_{PBO} – natężenie oświetlenia w polu bezpośredniego otoczenia.

✓ Ocena ryzyka związanego z równomiernością oświetlenia.

Do określenia ryzyka zawodowego związanego z równomiernością natężenia oświetlenia w miejscu pracy można posłużyć się kryteriami zawartymi w tabeli 3. Wówczas należy zmierzyć jego równomierność w polu zadania i bezpośredniego otoczenia. Gdy ryzyko wyznaczone w polu zadania i bezpośredniego otoczenia jest różne, jako ostateczny wynik przyjmuje się ryzyko większe.

Tabela 3. Kryteria oceny ryzyka związanego z nierównomiernością oświetlenia

Poziom ryzyka	Równomierność oświetlenia	
	W polu zadania δ_{PZ}	W polu bezpośredniego otoczenia δ_{PBO}
Małe	$0,5 \leq \delta_{PZ}$	$0,4 \leq \delta_{PBO}$
Średnie	$0,2 \leq \delta_{PZ} < 0,5$	$0,2 \leq \delta_{PBO} < 0,4$
Duże	$\delta_{PZ} < 0,2$	$\delta_{PBO} < 0,4$

δ_{PZ} – równomierność oświetlenia w polu zadania, δ_{PBO} – równomierność oświetlenia w polu bezpośredniego otoczenia.

✓ Ocena ryzyka zawodowego w skali trójstopniowej:

Tabela 4. Kryteria oceny ryzyka zawodowego w skali trójstopniowej

Poziom ryzyka	Kryteria	Działanie
małe	Gdy spełnione są wymagania stawiane przez odpowiednie normy	Nie ma konieczności podejmowania działań
średnie	Gdy występują objawy związane ze zmęczeniem wzroku	Należy podjąć działania korygujące polegające, na weryfikacji stanu czystości lamp i innych źródeł światła
duże	Gdy nieodpowiednie oświetlenie może być przyczyną wypadku przy pracy	Należy podjąć działania zapobiegawcze polegające, na wymianie źródeł światła albo zwiększeniu lub zmianie usytuowania opraw oświetleniowych względem stanowiska pracy